

**DELINIASI SEBARAN NILAI PERMEABILITAS SEKUNDER UNTUK
MEMPERKIRAKAN POTENSI ALIRAN AIR TANAH PADA TAMBANG BAWAH
TANAH KUBANG CICAU PT. ANEKA TAMBANG TBK LOKASI *RAMP DOWN*,
PONGKOR, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT**

Oleh :

Dhony Indrawan*, Henarno Pudjihardjo*, Wahyu Krisna Hidajat*, dan Yosep Purnama**
(*Corresponding email* : dhonyindrawan@student.undip.ac.id)

* Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang

** *Geotech and Hydrogeology Department* PT. Aneka Tambang, Tbk, Pongkor, Bogor, Jawa Barat

ABSTRACT

Tunnel development on UBPE Pongkor is an ongoing and continuous work to take existing gold reserves in gold mining Pongkor site. One of the development work is making the access to the location of ore mining process to be carried out, one of the existing ore is the Kubang Cicau location . However, the process of mining and development plans on the location of the tunnel ramp down Kubang Cicau disorder caused the groundwater flow resulting in ponding of water is high enough on the location of the south ramp down Kubang Cicau so need to do the research include hydrogeological studies on secondary permeability values that exist in study site

The research carried out by the method of observation on the location of the ramp down Kubang Cicau include calculation of fracture parameters for the calculation of the value of secondary permeability Snow equation (1968) as well as observations of the condition of the ramp down Kubang Cicau especially the condition of water flowing through the tunnel wall. Secondary permeability values at study sites will affect the flow of groundwater potential zones and take effect on groundwater flow patterns.

The study was conducted at the location of the ramp down and ramp up Kubang Cicau at an elevation of 450-500 meters above sea level . Based on the analysis it was found that the flow of groundwater in the study site predominantly influenced by secondary permeability is influenced by the media cracks in the rocks . In the research area known secondary permeability values at locations greater than the ramp down ramp up locations , with most of the secondary permeability value of $3.17 \cdot 10^{-2}$ m/s were found in the location of the point is in south ramp down Kubang Cicau mine . Based on the distribution of secondary permeability values can be concluded that the potential for groundwater flow is in the southern part of the ramp down and ramp down groundwater flow toward the south .

Keywords : secondary permeability, ramp down, ramp up, groundwater flow

I. PENDAHULUAN

Pekerjaan pengembangan *tunnel* pada UBPE Pongkor merupakan pekerjaan yang berlanjut dan berkesinambungan dengan tujuan untuk mengambil cadangan emas yang ada pada lokasi pertambangan emas Pongkor. Salah satu pekerjaan pengembangan adalah pembuatan akses jalan untuk menuju lokasi bijih agar dapat dilakukan proses penambangan, salah satu bijih yang ada adalah pada lokasi Kubang Cicau, akan tetapi pada lokasi ini pada saat pengembangan akses jalan menuju *vein* terdapat permasalahan berupa adanya airtanah yang masuk ke dalam *ramp down* melalui rekahan yang ada pada batuan yang berada pada lokasi tersebut. Adanya alira airtanah tersebut diidentifikasi dominan dipengaruhi oleh adanya permeabilitas sekunder pada media rekahan yang terdapat pada batuan.

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di PT. Aneka Tambang UBPE, Pongkor. Secara administratif, lokasi UBPE Pongkor terletak di wilayah Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Lokasi penelitian berada sekitar ± 54 km ke arah barat daya dari Kota Bogor, dengan luas areal penambangan sekitar ± 6.047 Hektar.

III. GEOLOGI REGIONAL

Marcoux dan Milesi (1994) menyebutkan bahwa geologi daerah Pongkor merupakan bagian dari jalur gunungapi yang masih aktif memanjang dari Barat ke Timur selebar 30 – 40 km dengan ketinggian 500 – 2.200 m di atas permukaan laut dan umumnya masih tertutup hutan primer.

Secara regional lokasi penelitian pada akhir Miosen Awal terjadi pengangkatan Formasi Cimapag yang menindih secara tidak selaras terhadap Formasi Citarete.

Sebagian besar proses geologi yang terjadi pada Jawa bagian Barat pada Miosen Tengah secara umum tidak menunjukkan perbedaan yang berarti dengan Miosen Awal. Pada Miosen Akhir terjadi penurunan pada daerah bagian utara yang membentuk cekungan laut dangkal hingga darat.

Arah urat bijih emas yang ditemukan di lokasi penambangan pada umumnya memiliki arah jurus (*strike*) N 350° E sampai N 325° E dengan kemiringan (*dip*) antara 50° sampai 90°. Ketebalan urat bijih antara 2 – 25 m dengan panjang mencapai 2.500 m.

IV. TINJAUAN PUSTAKA

4.1 Permeabilitas

Permeabilitas didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu media untuk mengalirkan fluida melalui pori – pori yang dimilikinya.

Pada permeabilitas primer fluida mengalir melalui pori – pori yang dimiliki oleh suatu batuan.

Nilai permeabilitas akan berpengaruh terhadap kemampuan air untuk mengalir, dimana apabila nilai permeabilitas semakin tinggi maka kemampuan air untuk mengalir akan semakin meningkat (Singh, 1966).

Besaran nilai permeabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kondisi litologi, dimana pada permeabilitas primer diketahui litologi dengan karakteristik pejal seperti batuan vulkanik akan memiliki nilai permeabilitas primer yang sangat rendah karena batuan tersebut akan cenderung hampir tidak memiliki celah antar butir. Sedangkan litologi seperti batupasir akan memiliki nilai permeabilitas primer yang besar karena batupasir cenderung memiliki celah antar butir yang intens.

4.2 Permeabilitas Sekunder

Permeabilitas merupakan efisiensi batuan untuk menyalurkan air. Permeabilitas primer adalah kemampuan batuan untuk

menyalurkan air melalui pori-pori atau ruangan intergranuler yang sudah ada sejak pembentukannya dan saling berhubungan. Permeabilitas sekunder bila penyaluran air itu melewati ruangan-ruangan yang timbul kemudian, seperti *joint*, *bedding*, *fault*, misalnya akibat gerakan tektonik (Krasny dan Sharp, 2003).

Permeabilitas sekunder sendiri merupakan permeabilitas yang terbentuk karena adanya rekahan-rekahan pada tanah atau batuan. Untuk menghitungnya digunakan persamaan Snow (1968, dalam Purnama 2009) :

$$K_s = \frac{\gamma_s (2d)^3}{6 \cdot \mu \cdot S}$$

Dimana K_s = koefisien permeabilitas sekunder tanah (M/detik)

γ_s = berat jenis batuan (m/sec²)

μ = viskositas fluida (cm/sec)

$2d$ = bukaan dari rekahan (m)

s = spasi rekahan (m)

V. HIPOTESIS

Berdasarkan studi pustaka dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Aliran airtanah yang ada pada lokasi *ramp down* tambang kubang cicau diperkirakan dominan dipengaruhi oleh adanya permeabilitas sekunder yang berasal dari adanya rekahan yang intens pada dinding *tunnel ramp down* Kubang Cicau.
2. Telah terjadi akumulasi aliran airtanah pada bagian selatan *ramp down* dan mengakibatkan genangan yang cukup tinggi, diperkirakan diakibatkan oleh adanya konsentrasi aliran airtanah pada lokasi *ramp down* bagian selatan.

VI. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pemetaan bawah permukaan (*subsurface mapping*) yang mencakup pengamatan keadaan geologi

secara umum dari *tunnel* meliputi kondisi litologi serta kondisi struktur geologi terutama kekar. Pengamatan dilakukan terutama terhadap media rekahan yang berpengaruh terhadap nilai permeabilitas sekunder. Perhitungan nilai permeabilitas sekunder menggunakan persamaan Snow (1968).

VII. HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1 Geomorfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan klasifikasi dan penamaan satuan geomorfologi menurut Van Zuidam (1983) maka pada daerah penelitian dibagi menjadi 3 satuan geomorfologi yakni satuan bentuk lahan perbukitan terjal struktural, satuan perbukitan bergelombang struktural dan satuan bentuk lahan fluvial.

Pada lokasi penelitian, satuan bentuk lahan perbukitan terjal struktural mencakup 35% dari keseluruhan luas daerah penelitian. Satuan ini terletak pada bagian utara, timur – timurlaut, dan selatan dari keseluruhan daerah penelitian.

Satuan bentuklahan perbukitan terjal struktural pada lokasi penelitian memiliki karakteristik topografi berupa perbukitan terjal dengan kelerengan sekitar 44% dan beda tinggi 250 meter sehingga berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1983) daerah ini merupakan satuan bentuk lahan perbukitan terjal struktural.

Satuan perbukitan bergelombang struktural mencakup sekitar 50% dari luas daerah penelitian, satuan ini terutama tersebar pada lokasi sebelah tenggara hingga selatan daerah penelitian

Karakteristik satuan ini adalah memiliki topografi yang cenderung lebih landai dengan kemiringan lereng berkisar 18 % dengan beda tinggi 200 m.

Pada satuan ini pola pengaliran yang berkembang adalah pola pengaliran dendritik dengan karakteristik sungai merupakan sungai dengan stadia muda yang memiliki lembah cenderung berbentuk huruf

“v”. Proses eksogenik yang bekerja pada lokasi ini berupa proses pelapukan dan erosi, ditemukan indikasi struktur geologi berupa kekar dan indikasi sesar. Peta geomorfologi lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.

7.2 Stratigrafi Lokasi Penelitian

Pada lokasi penelitian *ramp down* dan *ramp up* tambang Kubang Cicau secara umum ditemukan dua satuan litologi yang dominan yang merupakan hasil dari adanya proses vulkanisme, yakni satuan andesit dan satuan tuff.

1. Satuan Andesit

Satuan litologi andesit pada umumnya ditemukan di lokasi dengan elevasi yang lebih dalam dibandingkan dengan satuan litologi tuff yakni ditemukan pada lokasi *ramp down*. Secara megaskopis litologi andesit yang ditemukan pada lokasi penelitian memiliki warna abu - abu putih, kristalisasi holokristalin, memiliki granularitas *inequigranular* karena ukuran Kristal cenderung tidak seragam, bentuk butir subhedral, terdapat tekstur khusus aliran. Pada satuan ini tingkat pelapukan masih tergolong rendah.

Sedangkan berdasarkan deskripsi mikroskopis satuan ini memiliki tekstur faneroporfiritik, holokristalin, mineral penyusun plagioklas, piroksen, klorit dan mineral opak. Komposisi mineral penyusun terdiri atas plagioklas paling dominan yakni sekitar 30 %, piroksen, dan hornblende dengan kelimpahan 15 %, piroksen dengan kelimpahan sekitar 5 %, dan mineral opak dengan kelimpahan sekitar 3 %.

Berdasarkan klasifikasi menurut IUGS (1972) batuan ini bernama Andesit Hornblende.

1. Satuan Tuff

Satuan litologi tuff pada umumnya ditemukan pada lokasi *ramp up* dengan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan satuan litologi andesit. Berdasarkan

pengamatan secara megaskopis batuan ini memiliki warna abu - abu putih, berukuran butir 2 – 64 mm, kemas terbuka, massif.

Sedangkan berdasarkan pengamatan petrografis batuan ini memiliki ukuran butir halus – sedang (0,05 – 1 mm), tersusun atas mineral kuarsa, piroksen, mineral opak dan matriks gelas. Berdasarkan klasifikasi Schmid (1981) batuan ini termasuk dalam Crystal Vitric Tuf. Pada satuan litologi tuff ini ditemukan banyak rekahan yang berpotensi sebagai media permeabilitas sekunder. Peta sebaran litologi pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

7.3 Struktur Geologi Lokasi Penelitian

Struktur geologi yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah berupa kekar. Pada lokasi *ramp down* Kubang Cicau analisis kekar didapatkan arah gaya utama yang diidentifikasi pada kekar – kekar tersebut sebagai berikut: famili N 23°E/6°, N 176°E/84°, N 266°E/83°. Sedangkan pada lokasi *ramp up* Kubang Cicau analisis kekar didapatkan arah gaya utama yang diidentifikasi pada kekar – kekar tersebut sebagai berikut: N 315°E/58°, famili N 315°E/58°, N 230°E/83°.

7.4 Kondisi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terbagi menjadi dua lokasi yakni lokasi *ramp down* dan lokasi *ramp up*. Kedua lokasi tersebut memiliki karakteristik berbeda dimana pada lokasi *ramp down* tersusun atas litologi berupa satuan andesit sedangkan pada lokasi *ramp up* tersusun atas satuan litologi tuff.

Selain itu ditemukan perbedaan karakter rekahan pada lokasi *ramp up* dan *ramp down* sehingga akan mempengaruhi nilai permeabilitas sekunder pada dua lokasi tersebut. Selain itu terdapat perbedaan karakteristik antara lokasi *ramp up* dan *ramp down* dimana pada lokasi *ramp up* ditemukan rekahan yang mengalirkan airtanah lebih sedikit dari lokasi *ramp down*.

Pada lokasi *ramp down* terutama bagian selatan terdapat permasalahan airtanah berupa adanya aliran airtanah yang keluar melalui celah rekahan yang ada pada dinding tunnel dan mengakibatkan terjadinya genangan airtanah yang cukup tinggi pada lokasi *ramp down* bagian selatan. Air tersebut terakumulasi dan menggenangi bagian *front ramp down tunnel* Kubang Cicau sehingga mengakibatkan *ramp down* tidak dapat diakses. Peta kondisi lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.

7.4 Hidrogeologi Lokasi Penelitian

Pada lokasi penelitian terdapat permasalahan hidrogeologi berupa adanya aliran airtanah yang keluar melalui media permeabilitas sekunder berupa rekahan yang terdapat pada dinding tunnel sehingga aliran airtanah tersebut terakumulasi dan mengakibatkan terjadi genangan air pada lokasi yang memiliki elevasi paling rendah yakni lokasi *ramp down* bagian selatan.

Adanya airtanah tersebut dikontrol oleh adanya permeabilitas sekunder yang ada pada media rekahan yang dipengaruhi oleh beberapa hal berikut :

1. Lebar *aperture* rekahan

Pada lokasi *ramp down* tambang bawah tanah Kubang Cicau setelah dilakukan pengukuran didapatkan nilai rata – rata bukaan *aperture* adalah sebesar 0.527 cm.

Berdasarkan klasifikasi bukaan rekahan menurut ISRM *Suggested Methods* (1983, dalam Purnama 2009) nilai bukaan *aperture* 0.527 cm termasuk kedalam kategori istilah *Gapped* dengan deskripsi memiliki pemisahan rekahan sangat terbuka (2.5 mm – 10 mm). Sedangkan pada lokasi akses *ramp up* kubang cicau nilai rata – rata bukaan *aperture* adalah sebesar 0.229 cm, dapat dilihat pada tabel 4.3. Berdasarkan klasifikasi pemisahan rekahan menurut ISRM *Suggested Methods* (1983, dalam Purnama 2009) nilai bukaan *aperture*

0,229 cm termasuk kedalam kategori istilah *Gapped* dengan deskripsi memiliki pemisahan rekahan terbuka (0.5 mm – 2.5 mm).

Lebar *aperture* rekahan yang didapatkan pada lokasi ini akan berpengaruh pada aliran air tanah yang ada pada lokasi, hal tersebut diakibatkan karena apabila lebar rekahan makin besar maka semakin memungkinkan airtanah untuk mengalir.

2. Spasi rekahan

Setelah dilakukan perhitungan spasi antar rekahan pada lokasi *ramp down* dan *ramp up* Kubang Cicau didapatkan nilai spasi rekahan rata – rata pada lokasi *ramp down* Kubang Cicau sebesar 35.51 cm (355.1 mm), berdasarkan klasifikasi spasi rekahan menurut ISRM *Suggested Method* (1983, dalam Purnama 2009) termasuk dalam kategori spasi rekahan menengah (200 – 600 mm).

Sedangkan pada lokasi *ramp up* kubang cicau setelah dilakukan perhitungan spasi rekahan, didapatkan nilai spasi rekahan rata – rata sebesar 63.71 cm (637.1 mm), nilai tersebut berdasarkan klasifikasi spasi rekahan menurut ISRM *Suggested Method* (1983, dalam Purnama 2009) termasuk kedalam kategori spasi rekahan lebar (600 – 2000 mm). Pada dasarnya apabila semakin kecil spasi rekahan akan memungkinkan terjadi nilai permeabilitas sekunder yang besar sehingga akan semakin berpotensi mengalirkan air.

3. Panjang Kemenerusan dan Tingkat Pelapukan rekahan

Pada dasarnya semakin panjang rekahan akan semakin baik untuk mengalirkan air dan semakin rendah tingkat pelapukan akan semakin baik untuk mengalirkan air.

Berdasarkan klasifikasi kemenerusan rekahan menurut ISRM *suggested method* (1983, dalam Purnama 2009) maka nilai panjang bidang rekahan rata – rata pada lokasi *ramp down* Kubang Cicau yang

sebesar 0.577 meter termasuk ke dalam kategori presistensi rendah (< 1 meter). Sedangkan klasifikasi nilai panjang rata – rata bidang diskontinuitas pada lokasi *ramp up* juga masuk ke dalam kategori presistensi rendah (< 1 meter).

Berdasarkan klasifikasi tingkat pelapukan batuan menurut ISRM *suggested method* diatas maka kondisi pelapukan batuan baik pada lokasi *ramp down* maupun akses *ramp up* Kubang Cicau termasuk kedalam kategori segar dan kelas I karena kondisi batuan pada kedua lokasi penelitian yakni *ramp down* dan akses *ramp up* Kubang Cicau hanya mengalami sedikit perubahan warna pada batuan dan pada permukaan bidang rekahan.

7.5 Permeabilitas Sekunder

Untuk mengetahui sebaran nilai permeabilitas sekunder pada lokasi penelitian dilakukan perhitungan nilai permeabilitas sekunder dengan menggunakan persamaan Snow (1968).

$$Ks = \frac{\gamma_s (2d)^3}{6. \mu. S}$$

Dimana

Ks = koefisien permeabilitas sekunder airtanah (M/detik)

γ_s = berat jenis batuan (m/sec²)

μ = viskositas fluida (cm/sec)

d = bukaan dari rekahan (m)

s = spasi rekahan (m)

Berdasarkan pengukuran nilai permeabilitas sekunder yang telah dilakukan pada lokasi *ramp down* tambang Kubang Cicau didapatkan nilai permeabilitas sekunder rata rata pada lokasi *ramp down* tambang Kubang Cicau sebesar $1.28.10^{-3}$ m/s dengan nilai permeabilitas sekunder paling rendah pada lokasi *ramp down* sebesar $1.15.10^{-6}$ m/s yang berada pada lokasi sebelah utara *ramp down* Kubang Cicau dengan koordinat lokasi x = 10710.0348, y = 8122.0967.

Sedangkan nilai permeabilitas sekunder paling besar pada lokasi *ramp down* tambang Kubang Cicau $3.17.10^{-2}$ m/s yang terdapat pada lokasi sebelah selatan *ramp down* tambang Kubang Cicau dengan koordinat x = 10718.7697, y = 8053.2066. Lokasi ini merupakan lokasi yang paling dekat dengan genangan air yang terjadi pada lokasi *ramp down*.

Nilai permeabilitas sekunder rata-rata pada lokasi *ramp up* tambang Kubang Cicau dari hasil perhitungan yang telah dilakukan adalah sebesar $2.73.10^{-6}$ m/s dengan nilai permeabilitas sekunder paling besar pada lokasi ini adalah sebesar $9.27.10^{-6}$ m/s yang terdapat pada lokasi dengan koordinat x = 10650.1020, y = 8155.3025.

Terdapat nilai permeabilitas sekunder paling rendah pada lokasi *ramp up* tambang Kubang Cicau adalah sebesar $2.45.10^{-7}$ m/s yang terdapat pada lokasi dengan koordinat x = 10680.1080 y = 8122.1010.

Terdapat perbedaan nilai permeabilitas sekunder yang cukup besar pada kedua lokasi dimana nilai permeabilitas sekunder yang ditemukan pada lokasi *ramp up* jauh lebih kecil dibanding nilai permeabilitas sekunder pada lokasi *ramp down* tambang Kubang Cicau.

Adanya perbedaan nilai permeabilitas sekunder tersebut akan berpengaruh terhadap potensi aliran airtanah pada lokasi penelitian dimana apabila semakin besar nilai permeabilitas sekunder maka akan semakin tinggi potensi aliran airtanah. Peta deloniasi sebaran nilai permeabilitas sekunder pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.

7.6 Pola Aliran Airtanah

Pada lokasi penelitian salah satu Parameter dalam penentuan arah aliran airtanah adalah analisis muka airtanah. Analisis muka airtanah dilakukan dengan membuat peta garis kesamaan muka airtanah berdasarkan data muka airtanah yang

selanjutnya digunakan untuk mengetahui arah aliran airtanah. Pada lokasi dengan elevasi paling rendah yakni *ramp down* bagian selatan banyak ditemukan aliran airtanah yang keluar melalui media rekahan pada sepanjang dinding *tunnel*.

Dalam analisis muka airtanah digunakan data berupa hasil pengamatan pada lokasi tambang Kubang Cicau mengenai posisi mata air ataupun lokasi terdapat limpahan airtanah serta berdasarkan data berupa data muka airtanah tambang Kubang Cicau serta berdasarkan data pemboran geoteknik dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh PT. ANTAM.,Tbk pada November 2012.

Berdasarkan analisis data muka airtanah Kubang Cicau terlihat bahwa aliran airtanah pada lokasi Kubang Cicau cenderung menuju arah *ramp down* terutama bagian selatan dan terlihat terjadi akumulasi aliran airtanah pada lokasi *ramp down* bagian selatan, hal ini diperkuat dengan ditemukannya banyak aliran airtanah pada lokasi *ramp down* yang keluar dari dinding *tunnel* melalui media rekahan.

Pada lokasi bagian selatan juga ditemukan adanya aliran airtanah pada dinding *tunnel* yang diperkirakan merupakan akumulasi dari adanya aliran airtanah pada lokasi tersebut.

Peta arah aliran airtanah pada tambang Kubang Cicau dapat dilihat pada gambar 5, peta tersebut merupakan peta arah aliran airtanah pada tambang Kubang Cicau yang didapatkan melalui pengolahan data kesamaan muka airtanah pada tambang Kubang Cicau yang kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak *surfer* untuk mendapatkan arah aliran airtanah.

Peta tersebut digunakan untuk mengetahui arah aliran airtanah pada lokasi penelitian, berdasarkan peta arah aliran airtanah berdasarkan kesamaan muka airtanah (gambar 5) dapat terlihat bahwa arah aliran airtanah pada lokasi Kubang Cicau menuju *ramp down* bagian selatan.

7.7 Potensi Aliran Airtanah

Penentuan lokasi yang memiliki potensi aliran airtanah pada lokasi penelitian dilakukan dengan melihat beberapa parameter diantaranya nilai permeabilitas sekunder, lokasi yang ditemukan aliran airtanah serta arah aliran airtanah berdasarkan peta muka airtanah.

Berdasarkan parameter nilai permeabilitas sekunder pada lokasi penelitian, nilai permeabilitas sekunder yang telah dihitung dengan persamaan Snow (1968) diketahui memiliki nilai berkisar 10^{-2} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} (m/s).

Berdasarkan klasifikasi nilai permeabilitas pada lokasi penelitian menurut Singh (1966) diketahui bahwa nilai permeabilitas sekunder yang paling berpotensi mengalirkan airtanah adalah permeabilitas sekunder dengan nilai 10^{-2} m/s dan 10^{-4} m/s dimana pada lokasi penelitian nilai permeabilitas sekunder tersebut berada ada lokasi *ramp down* sebelah selatan sehingga dapat disimpulkan zona atau lokasi dengan potensi aliran airtanah paling tinggi adalah lokasi *ramp down* sebelah selatan. Hal ini diperkuat dengan banyaknya aliran airtanah pada dinding tunnel yang ditemukan pada lokasi *ramp down* bagian selatan.

Sedangkan berdasarkan parameter analisis muka airtanah dapat disimpulkan bahwa pada lokasi Kubang Cicau aliran airtanah mengalir dari lokasi *ramp up* menuju ke lokasi *ramp down* serta terjadi akumulasi pada lokasi *ramp down* bagian selatan yang pada lokasi tersebut memang ditemukan adanya banyak aliran airtanah dari dinding *tunnel* serta ditemukan mata air besar pada bagian *front ramp down* yang mengakibatkan terjadinya genangan air pada lokasi *ramp down*. Dari parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa aliran airtanah pada lokasi Kubang Cicau cenderung bergerak dari *ramp up* serta bergerak dari utara menuju ke arah *ramp down* sebelah

selatan dan terjadi akumulasi airtanah pada lokasi selatan *ramp down* Kubang Cicau.

Dari beberapa parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa pada lokasi *ramp up* dan *ramp down* Kubang Cicau aliran airtanah bergerak menuju lokasi sebelah selatan *ramp down* serta lokasi yang paling berpotensi terjadi aliran airtanah adalah lokasi *ramp down* bagian selatan seperti dapat dilihat pada gambar 6.

Pada peta perkiraan lokasi potensi aliran airtanah (gambar 6) , lokasi yang memiliki potensi aliran airtanah tinggi terwakili oleh garis putus – putus berwarna hitam, lokasi tersebut berada pada *ramp down* bagian selatan dimana pada lokasi ini memang faktor pendukung lainnya adalah ditemukan banyak aliran airtanah yang keluar melalui dinding *tunnel*.

VIII. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan tema deliniasi permeabilitas sekunder untuk memperkirakan pola aliran airtanah pada lokasi *ramp down* tambang kubang cicau elevasi 450 – 550 mdpl PT ANTAM UBPE Pongkor, Jawa Barat, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian dan pengolahan data dengan menggunakan persamaan Snow (1968) diketahui bahwa pada lokasi penelitian terdapat nilai permeabilitas sekunder paling besar sebesar $3.17 \cdot 10^{-2}$ m/s yang ditemukan pada titik lokasi berada pada sebelah selatan *ramp down* tambang Kubang Cicau, faktor yang mempengaruhi nilai permeabilitas sekunder airtanah pada lokasi penelitian adalah rekahan, spasi antar rekahan, lebar bukaan *aperture* pada rekahan, serta intensitas rekahan. Nilai permeabilitas sekunder cenderung besar tersebar pada lokasi *ramp down*,

sedangkan nilai permeabilitas sekunder cenderung kecil tersebar pada lokasi *ramp up*.

2. Lokasi potensi aliran airtanah berdasarkan parameter permeabilitas sekunder, akumulasi aliran airtanah di lapangan, serta berdasarkan analisis muka airtanah adalah lokasi *ramp down* bagian selatan serta dapat diperkirakan aliran airtanah pada tambang Kubang Cicau berdasarkan analisis data muka airtanah bergerak dari *ramp up* menuju ke *ramp down* bagian selatan

8.2. Saran

Dengan diketahuinya sebaran nilai permeabilitas sekunder serta potensi aliran airtanah ini maka disarankan perlu adanya evaluasi perencanaan konstruksi *ramp down* karena dari hasil penelitian menunjukkan lokasi yang berpotensi terjadi aliran airtanah adalah bagian selatan *ramp down* dan kondisi di lapangan pada bagian selatan *ramp down* yang merupakan bagian yang direncanakan dilakukan pembuatan akses jalan untuk menuju *vein* terjadi genangan air yang cukup tinggi (2-4 meter). Sedangkan untuk mengurangi debit air sementara disarankan dilakukan pemompaan berkala agar *ramp down* tidak semakin terendam, dan untuk menghentikan debit air disarankan untuk melakukan penutupan rekahan – rekahan yang ada pada dinding *tunnel* agar aliran air terhenti.

IX. UCAPAN TERIMA KASIH

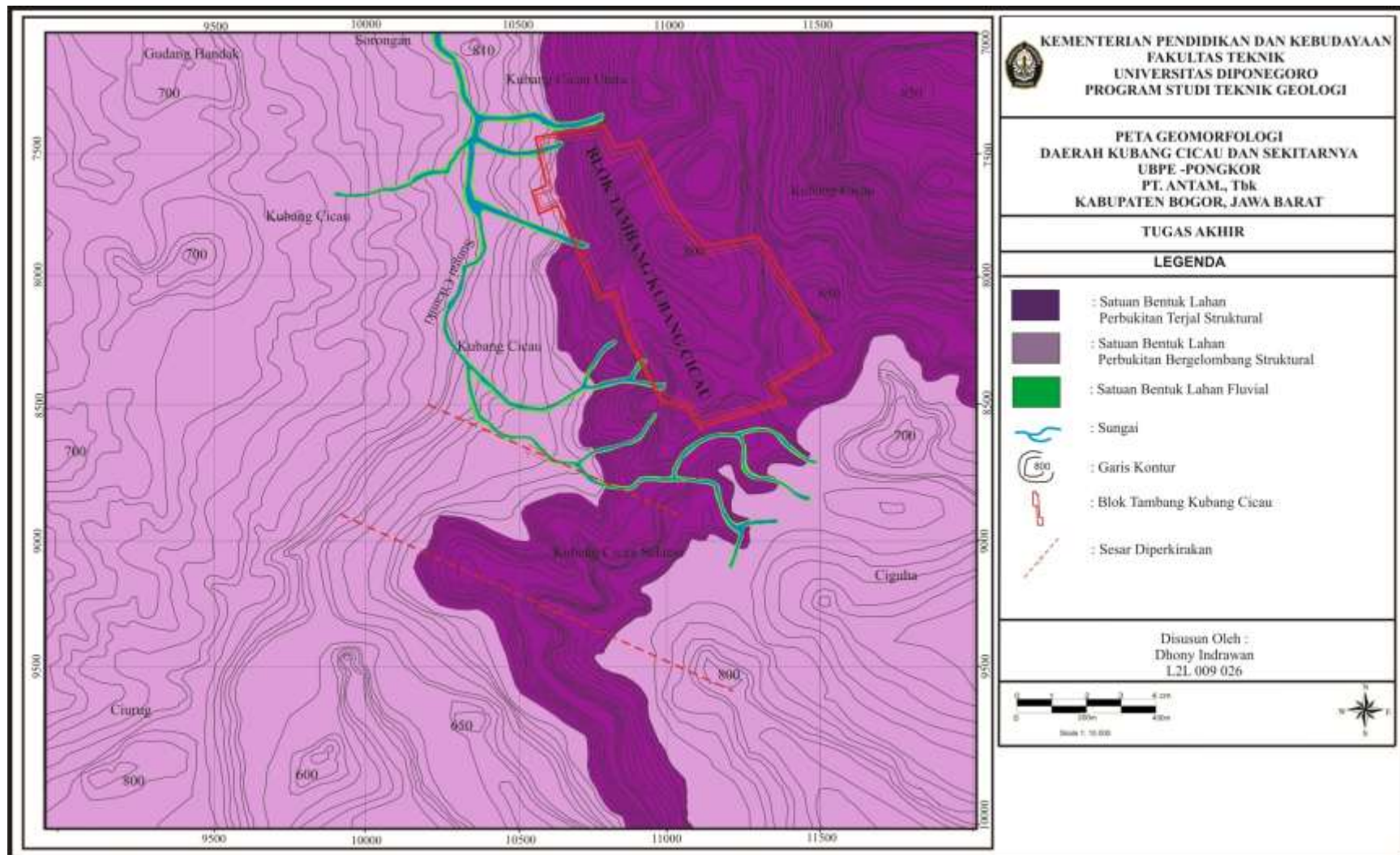
Terima kasih saya sampaikan kepada Unit Bisnis Pertambangan Emas PT. Aneka Tambang Tbk. yang telah memberikan izin penelitian di Unit Geoteknik dan Hidrogeologi, Pongkor, Jawa Barat, para *Geologist* PT. Aneka Tambang Tbk. yang telah memberikan banyak ilmu baru, terutama Bapak Yosep Purnama selaku pembimbing saya, Bapak Henarno Pudjihardjo dan Bapak Wahyu Krisna Hidajat selaku pembimbing saya di kampus yang telah memberikan masukan dan arahan

dalam penulisan hasil penelitian ini, dan kepada seluruh pihak yang telah mendukung selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

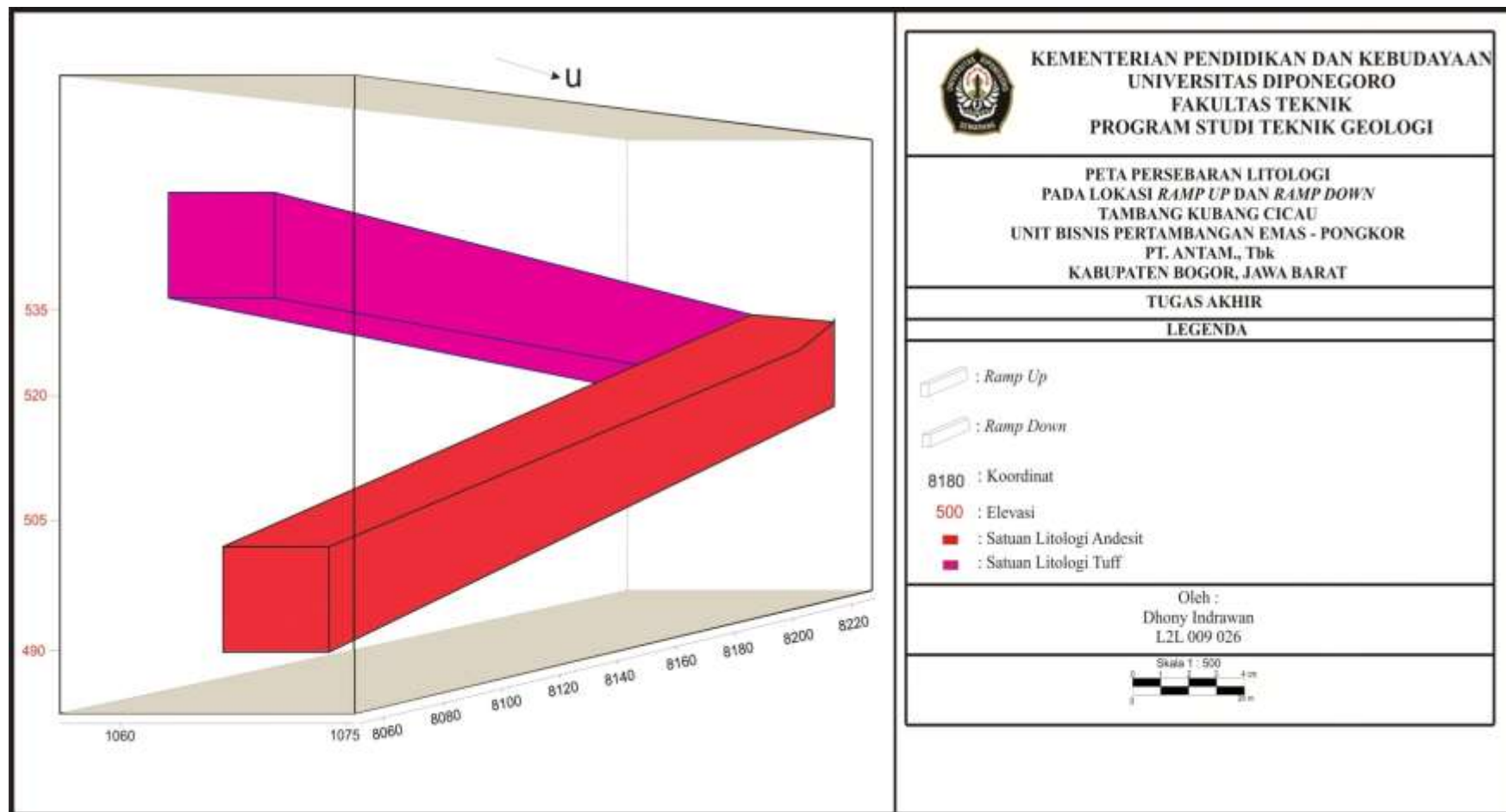
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. Peta Lokasi Tambang Emas PT ANTAM Tbk. Aneka Tambang Tbk. Tidak Dipublikasikan
- Basuki, A., Sumanagara, A. D, Sinambela, D., 1994. *The Gunung Pongkor gold-silver deposit, West Java, Indonesia*. Pongkor : Aneka Tambang.
- Bateman, A. M., 1962, *Economic Mineral Deposits*, John Willey & Sons Inc., New York.
- Bienawski, Z.T., 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. United States : John Willey & Sons, Prentice Hall, New Jersey.
- Delleur, Jacques W., 2000. *The Handbook Of Groundwater Engineering*. CRC Press LLC. New York.
- Fetter, CW., 2004. *Applied Hydrogeology*
- Indarto., 2010. *Hidrologi Dasar Teori Dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta : Bumi Aksara
- Kodoatie J Robert. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Jogjakarta : Andi
- Krasny Jiri, Sharp John. 2003. *Groundwater In Fractured Rocks*. Wallingford : Taylor and Francis
- Marcoux E, Milesi J.P, Sitorus T, Simandjuntak M. 1994. *Pongkor (Jawa Barat, Indonesia) : Pengayaan Supergen Endapan Epitermal Au – Ag – (Mn)*. Unit Pongkor. PT. Antam. Indonesia
- Moore E John. 2002. *Field Hidrogeology A Guide For Site Investigations And Report Preparation*. London: Lewis Publisher
- Peng Zuping, Zhang Jincai. 2007. *Engineering Geology For Hard Rocks*. Berlin : Springer-Verlag
- Price George. 2009. *Engineering Geology Principles And Practice*. London : Springer
- Purnama. 2009. *Kajian Geoteknik Terhadap Upaya Evaluasi Dan Optimalisasi Penggunaan Dan Perancangan Penyanggaan Aktif Rockbolt Berdasarkan Kondisi Observasi Massa Batuan*. Pongkor : Aneka Tambang
- Singh,R.N and V.S. Vutukuri, 1996. *Mine Water Course. Development Centre For Mines (MDCM)*, Bandung.
- Suharyadi. 1984. *Geohidrologi (Ilmu Air Tanah)* Jogjakarta : Universitas Gadjah Mada
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *Geology of Indonesia, Volume IA*. The Hague Martinus Nijhoff, Nedherland, 732 h.
- Younger Paul.2006. *Groundwater In The Environment*. Newcastle : Balackwell Publishing

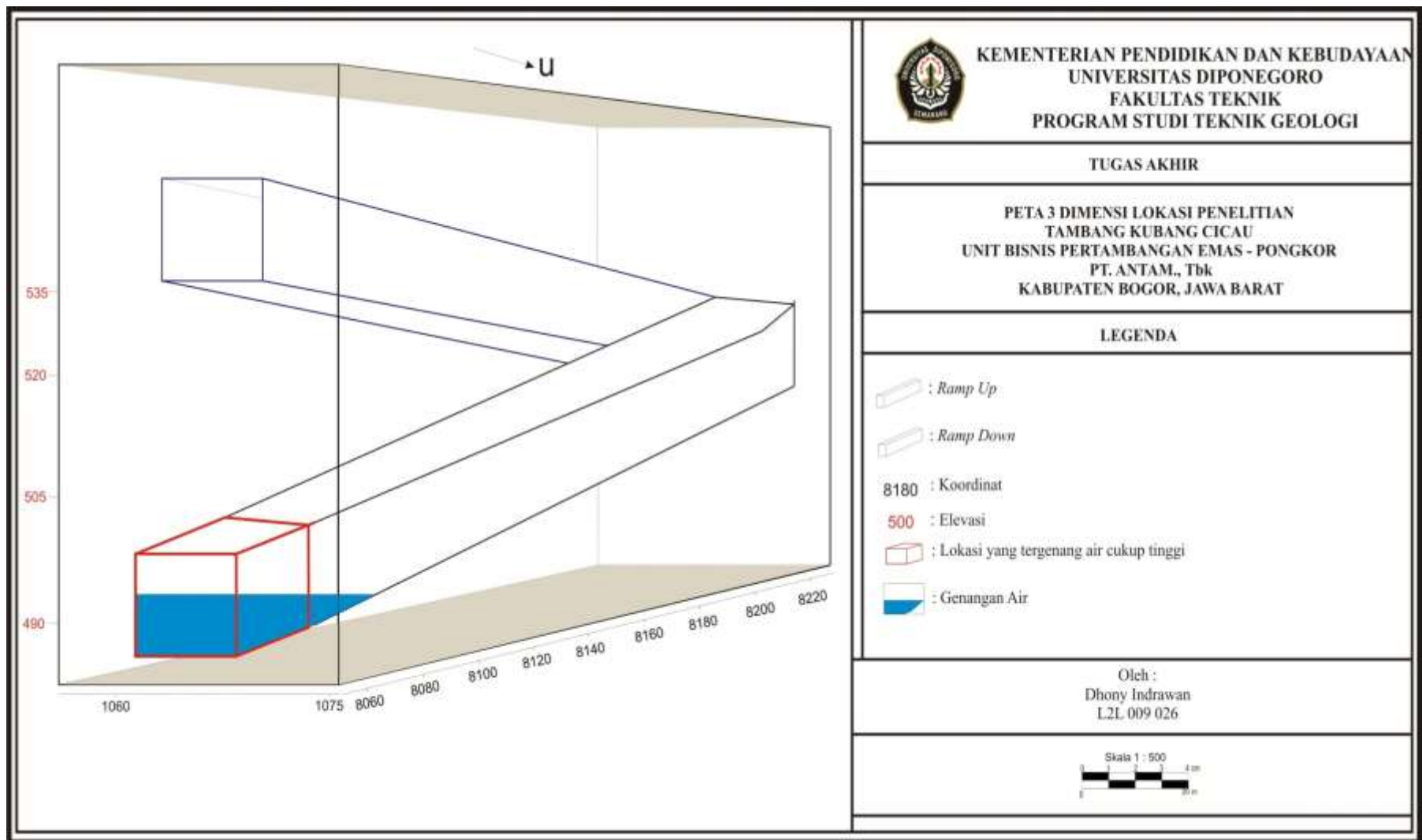
LAMPIRAN



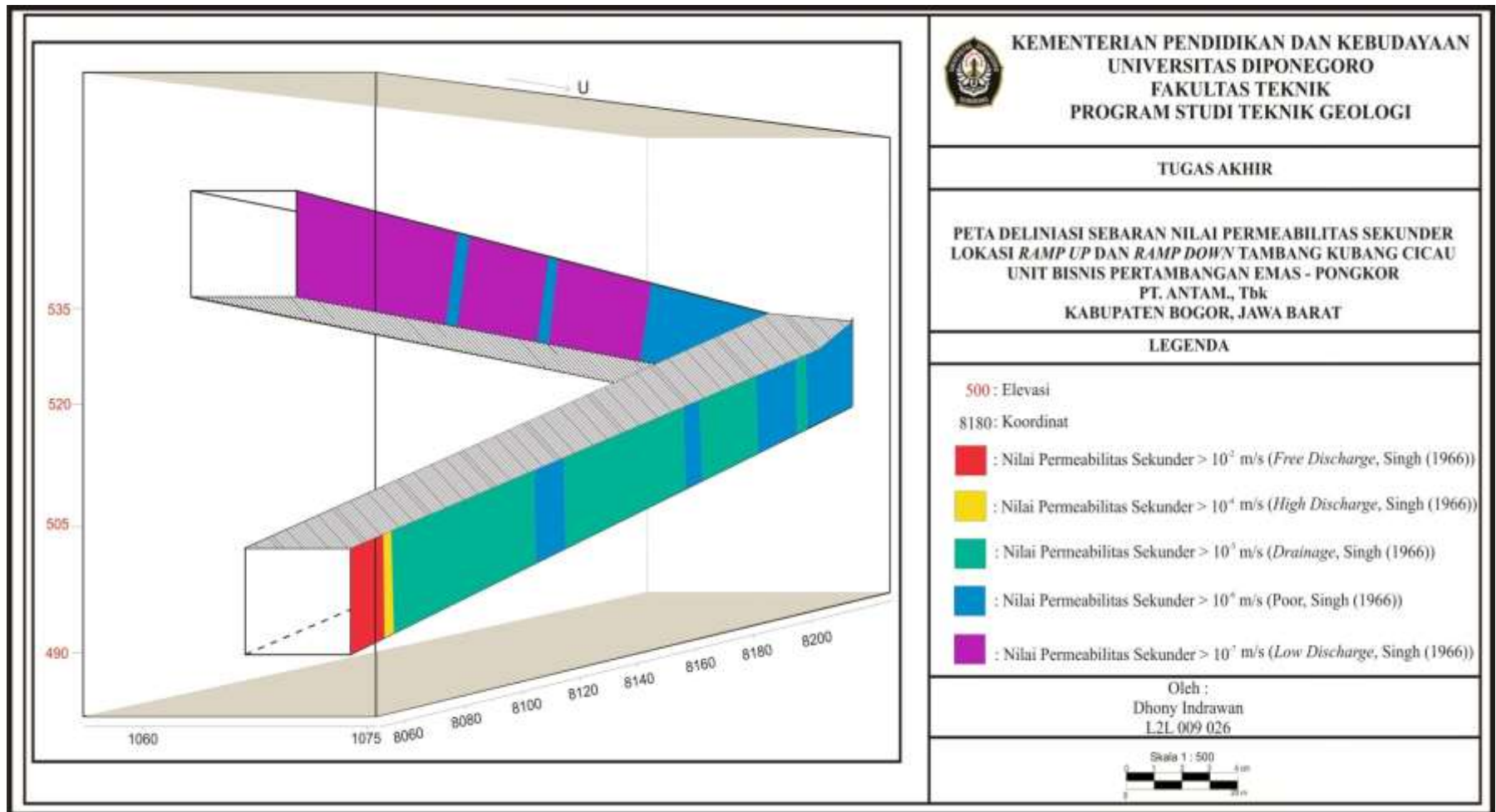
Gambar 1. Peta Geomorfologi Lokasi Penelitian



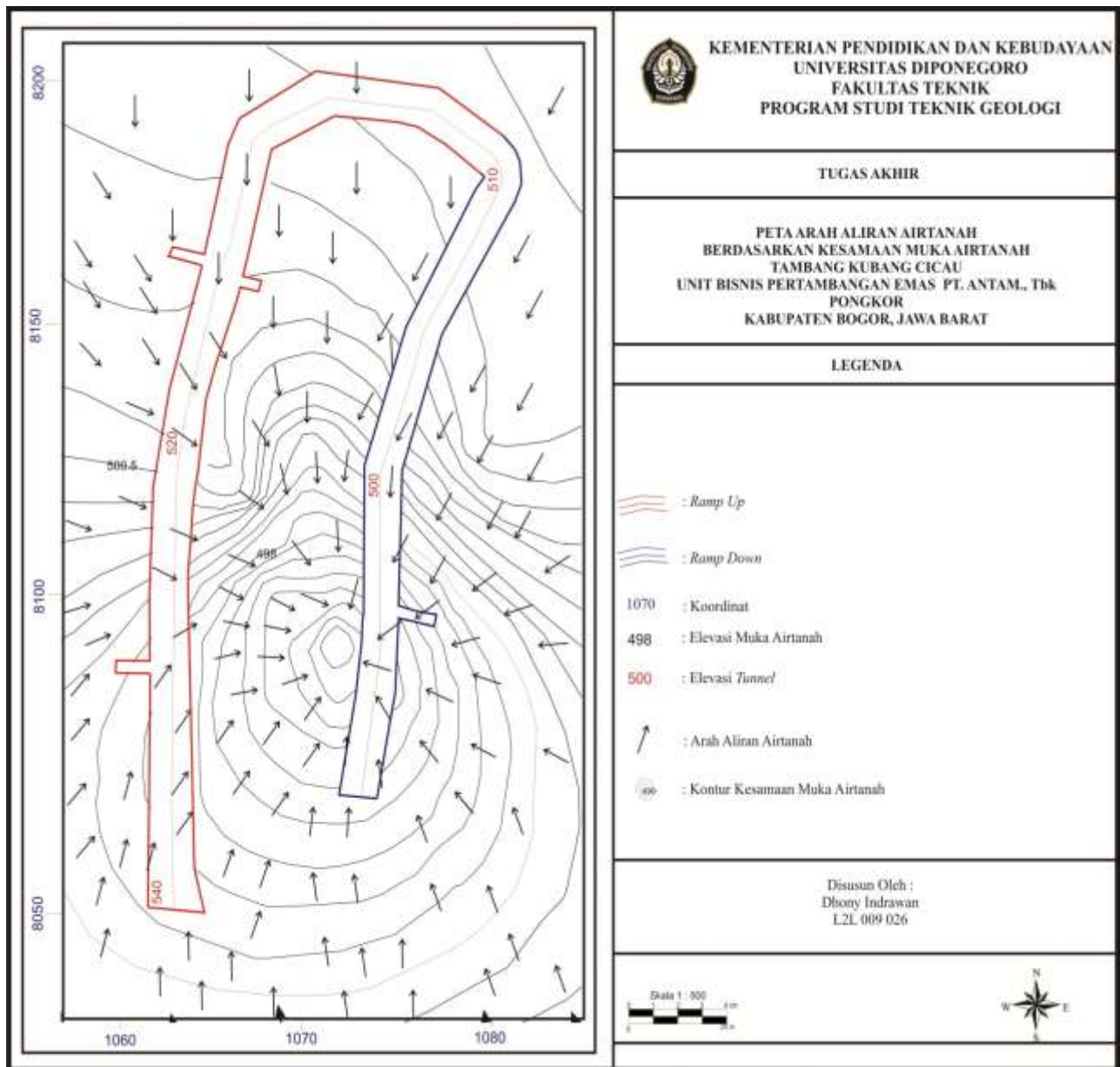
Gambar 2. Peta Sebaran Litologi Lokasi Penelitian



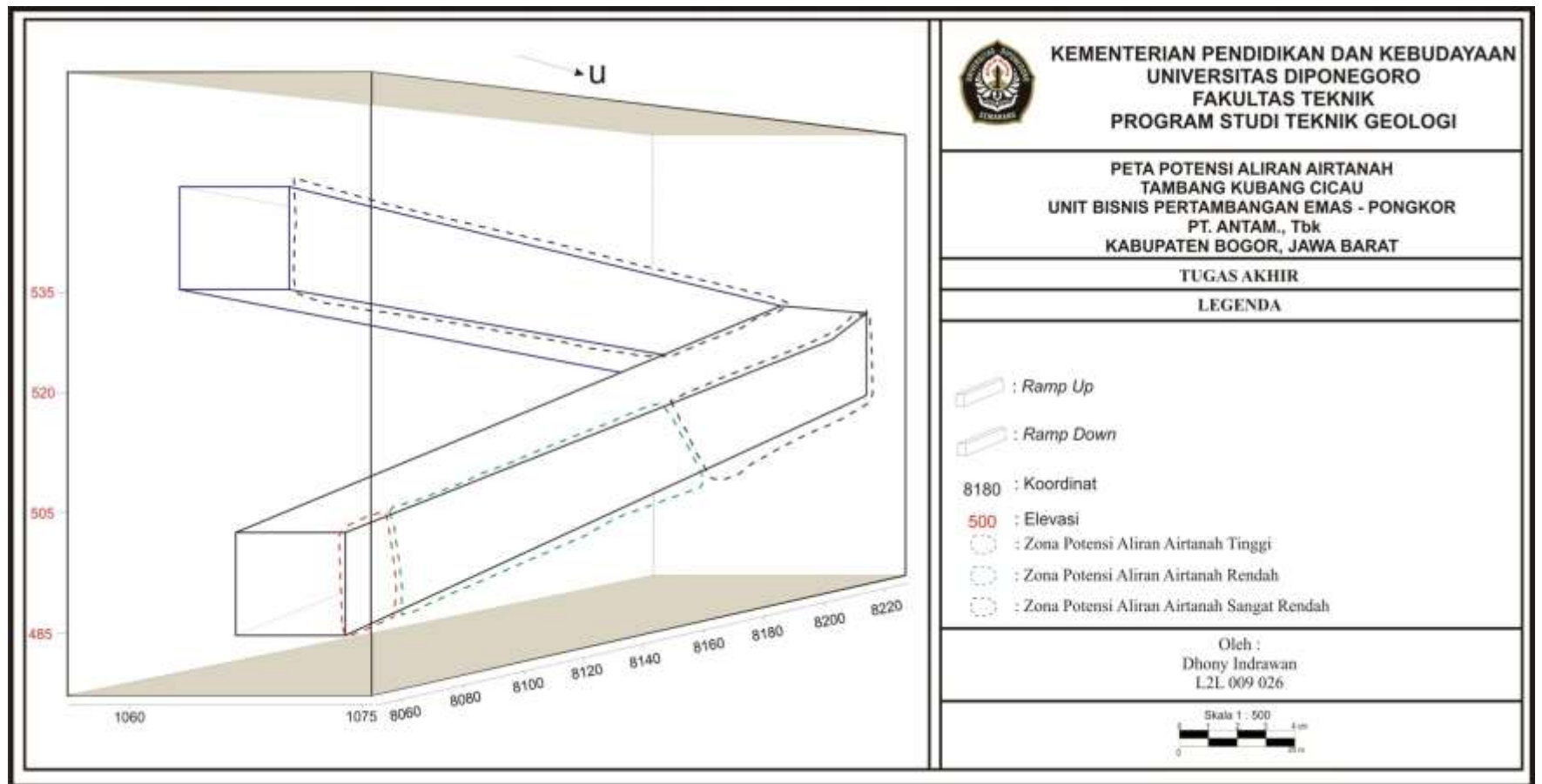
Gambar 3. Peta Kondisi Lokasi Penelitian



Gambar 4. Deliniasi Sebaran Nilai Permeabilitas Sekunder pada Lokasi Kubang Cicau



Gambar 5. Peta Arah Aliran Airtanah Berdasarkan Kesamaan Muka Airtanah



Gambar 6. Peta Potensi Aliran Airtanah pada Tambang Kubang Cicau

